



**АГРАРЕН УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ**  
**ЦЕНТЪР ЗА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ, ТРАНСФЕР НА ТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА**  
**НА ИНТЕЛЕКТУАЛНАТА СОБСТВЕНОСТ**

Пловдив 4000; бул. Менделеев № 12; e-mail: [nic\\_au\\_plovdiv@abv.bg](mailto:nic_au_plovdiv@abv.bg)  
Тел. +359/32/654420; 654427, [www.au-plovdiv.bg](http://www.au-plovdiv.bg)

---

**AGRICULTURAL UNIVERSITY - PLOVDIV**  
Bulgaria, 4000 Plovdiv, 12 Mendleev Str., e-mail: [nic\\_au\\_plovdiv@abv.bg](mailto:nic_au_plovdiv@abv.bg)  
Tel. +359/32/654420; 654427, [www.au-plovdiv.bg](http://www.au-plovdiv.bg)

---

## **Информационен лист**

за научните проекти, финансирани целево от държавния бюджет

### **1. Тема на проекта:**

Определяне съдържанието на някои радиоактивни и тежки метали в три вида диворастящи гъби (*Morchella esculenta* (L.) Pers., *Suillus luteus* (L.) Roussel, *Hydnum repandum* (L.) от района на Баташка планина

### **2. Научен колектив:**

доц. д-р Лилко Каменов Доспатлиев, доц. д-р Мирослава Иванова, гл. ас. д-р Ценка Иванова Радукова, Методи Димчев Лаков - студент, специалност АП, ф.№ 05954, Аграрен университет

Научен ръководител: доц. д-р Мария Николова Лачева

Оперативен ръководител: .....

Членове: .....

Консултант: проф. д-р Цветомир Митев Денчев – ИБЕИ, БАН, гр. София;

доц. д-р Мелания Михайлова Гьошева-Богоева – ИБЕИ, БАН, гр. София

### **3. Цел и задачи на проекта**

Целите заложи в третия етап на проекта са:

Да се определи съдържанието на тежки метали и гама-радионуклиди в почвени проби от планината Батак във връзка с установяване на тези елементи в плодните тела на трите вида диворастящи ядливи гъби - *Hydnum repandum*, *Suillus luteus* и *Morchella esculenta*.

Да се оцени индексът на здравен риск произтичащ от дългосрочното потребление на *Suillus luteus*, във връзка със съдържанието на Cd и Pb в плодни тела на гъбата събрани в Баташка планина.

Да се определят фосфолипидите и мастните киселини в годни за консумация диви гъби (*Suillus luteus*), растящи в Баташка планина, България.

### **4. Основни резултати**

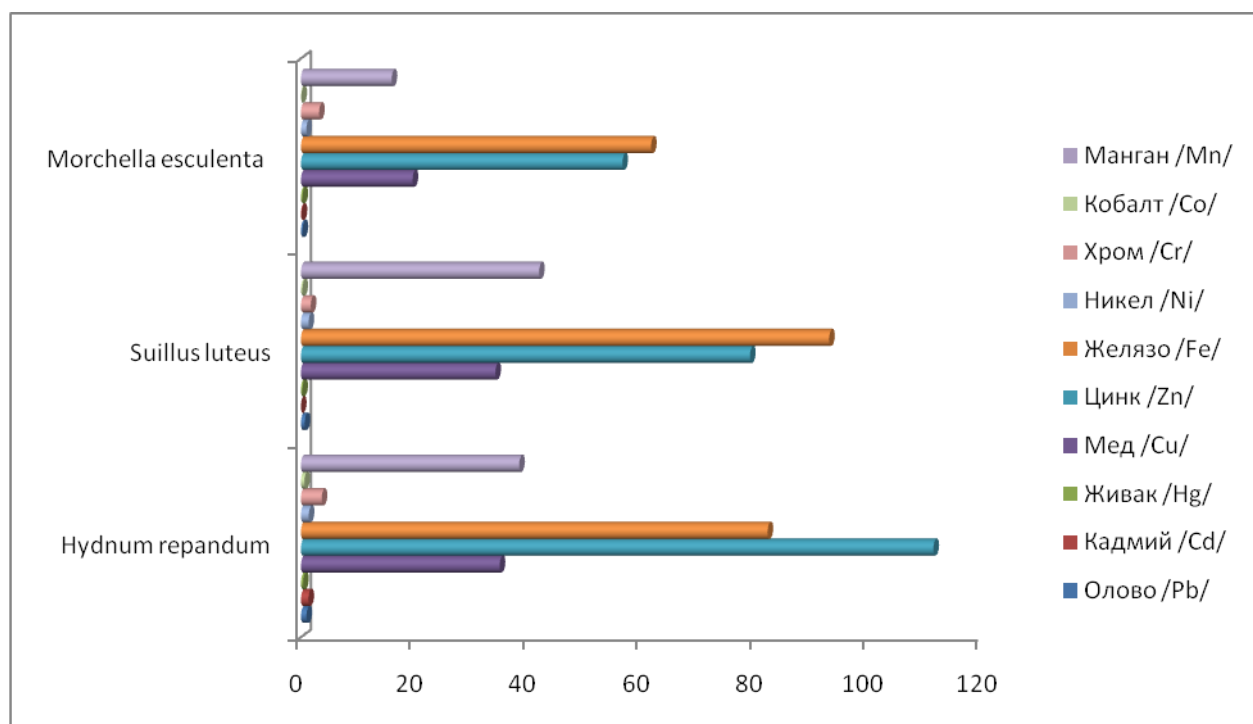
#### **I. Съдържание на тежки метали**

##### ***I.1. Съдържание на тежки метали в плодни тела на *Hydnum repandum*, *Suillus luteus* и *Morchella esculenta* (Таблица 3)***

Средното съдържание на изследваните тежки метали в плодните тела на трите вида гъби показва най-високи стойности при *Hydnum repandum* за Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, Ni, Cr и Co – 0.098 mg/kg; 0.132 mg/kg; 0.038 mg/kg; 3.505 mg/kg; 11.155 mg/kg; 0.138 mg/kg; 0.366 mg/kg;

0.061 mg/kg; съответно. При *Suillus luteus* най-висока средна стойност се отчита при Fe и Mn – 9.315 mg/kg и 4.2 mg/kg съответно, но максимални стойност за Fe е отчетена за *Hudnum repandum* – 11.79 mg/kg. (Таблица 3)

За останалите тежки метали *Suillus luteus* има средни стойности по-ниски от тези на *Hudnum repandum* и по-високи от тези при *Morchella esculenta*. Изключение се отчита при Hg и Cr, където обикновената смръчкула има по-висока стойност от обикновената масловка – 0.027 mg/kg и 0.32 mg/kg съответно. (Фиг.1). При Co и Mn максимални стойности са отчетени за *Suillus luteus* – 0.47 mg/kg и 6.63 mg/kg съответно (Таблица 3).



**Фиг. 1. Средни стойности на изследваните тежки метали в плодни тела на трите вида гъби.**

По отношение на вариационния коефициент (VC%) максимални стойности са отчетени при *Hudnum repandum* за Cd и Ni – 12.7% и 4.2% съответно (Таблица 3). Съдържанието на Mn в плодните тела и на трите изследвани вида показва сравнително най-висока стойност на вариране, като при *Morchella esculenta* отчетения VC% е с най-висока стойност за всички изследвани елементи - 29.5% (Таблица 3). Със висок VC% се характеризира и Hg, като максимум проявява *Morchella esculenta* –19.5%, седвана от *Hudnum repandum* – 14.3%.

**Таблица 3. Стойности за съдържанието на тежки метали в плодните тела на изследваните видове диворастващи гъби  $p \leq 0.05$**

Показател mg/kg	min	$\bar{x} \pm S_x$	max	VC%
<b><i>Hudnum repandum</i></b>				
Олово /Pb/	0.078	0.098±0.2	0.118	7.1
Кадмий /Cd/	0.044	0.132±3.9	0.221	12.7
Живак /Hg/	0.067	0.038±1.7	0.109	14.3
Мед /Cu/	2.42	3.505±5.8	4.59	10.3
Цинк /Zn/	10.65	11.155±5.1	11.66	13.6

Желязо /Fe/	4.66	8.23±3.5	11.79	14.1
Никел /Ni/	0.131	0.138±3.5	0.184	4.2
Хром /Cr/	0.35	0.366±3.4	0.423	12.8
Кобалт /Co/	0.028	0.061±1.3	0.096	2.3
Манган /Mn/	1.24	3.85±2.6	6.48	25.6
<b><i>Suillus luteus</i></b>				
Олово /Pb/	0.026	0.066±0.6	0.14	8.8
Кадмий /Cd/	0.011	0.052±1.2	0.1	11.7
Живак /Hg/	0.009	0.024±0.1	0.037	19.5
Мед /Cu/	2.33	3.43±1.1	4.53	17.5
Цинк /Zn/	6.82	7.92±1.9	9.01	10.2
Желязо /Fe/	7.75	9.315±5.6	10.88	17.9
Никел /Ni/	0.128	0.135±0.07	0.142	0.6
Хром /Cr/	0.126	0.173±0.47	0.22	15.4
Кобалт /Co/	0.006	0.026±0.2	0.47	2.8
Манган /Mn/	1.77	4.2±2.9	6.63	22.2
<b><i>Morchella esculenta.</i></b>				
Олово /Pb/	0.019	0.029±0.1	0.04	7.6
Кадмий /Cd/	0.012	0.013±0.006	0.014	6.1
Живак /Hg/	0.014	0.027±1.1	0.04	11.1
Мед /Cu/	1.93	1.97±0.3	2.011	1.2
Цинк /Zn/	5.41	5.67±2.6	5.93	13.8
Желязо /Fe/	3.85	6.175±2.3	8.501	11.2
Никел /Ni/	0.093	0.096±0.02	0.098	0.1
Хром /Cr/	0.31	0.32±0.06	0.323	0.3
Кобалт /Co/	0.004	0.008±0.03	0.012	2.5
Манган /Mn/	0.91	1.6±3.9	2.29	29.5

## 1.2. Съдържание на тежки метали в почви от Баташка планина

Съдържанието на тежки метали в изследваните почвени проби от Баташка планина е под заложените в Наредба №3 от 1 август 2008 г. норми за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите (Таблица 4). Ниските стойности на вариационния коефициент (VC%) са показател за сравнително високата еднородност на почвите в изследвания регион.

**Таблица 4. Установено съдържание на тежки метали в почвени проби от Баташка планина**

Показател mg/kg	min	$\bar{x} \pm Sx$	max	VC%	Норма
Олово /Pb/	6.21	16.83±3.7	25.02	12.1	26
Кадмий /Cd/	≤1	≤1	≤1	≤1	0.4
Живак /Hg/	-	-	-	-	0.03
Мед /Cu/	5.65	7.9±0.7	10.18	13.4	34
Цинк /Zn/	32.74	37.05±1.4	41.04	18.7	88
Желязо /Fe/	11670	14755.4±1.4	16503	15.7	-
Никел /Ni/	-	-	-	-	46
Хром /Cr/	3.81	6.13±1.1	9.57	10.2	65

Кобалт /Co/	-	-	-	-	20
Манган /Mn/	147.95	284.1±2.5	427	12.2	-
Арсен /As/	-	-	-		10

Като основни участници в процесите на разграждане на органичните вещества диворастящите гъби могат да натрупват големи концентрации на токсични метални елементи и металоиди, [ 18,19, 30] Според повечето изследвания този процес е видово специфичен [9, 11,13,14], но зависи също и от минералния състав на почвата [53, 31, 38]. Изследванията върху натрупването на тежки метали в макромицети показват корелация между концентрациите на тези елементи в гъбите и почвения субстрат [43].

Получените от нас данни показват, че въпреки сравнително високите концентрации на Pb в почвените проби, съдържанието на елемента в изследваните гъби не е особено високо – от 0.029 mg/kg при *Morchella esculenta* до 0.098 mg/kg при *Hydnum repandum* (Таблица 3,4). По отношение на Cu и Zn наблюдаваната тенденция е обратна. В изследваните почвени проби съдържанието Cu е почти 4 пъти под нормата, а на Zn – 2 пъти. При трите вида гъби Cu има средни стойности от 1.97 mg/kg при *Morchella esculenta* до 3.505 mg/kg при *Hydnum repandum*, а Zn от 5.67 mg/kg при *Morchella esculenta* до 11.155 mg/kg при *Hydnum repandum* (Таблица 3,4).

По отношение Fe и Mn изследваните почвени проби показват сравнително високи стойности, докато в плодните тела на трите изследвани вида гъби стойностите на двата елемента са сравнително ниски.

## II. Съдържание на гама-радионуклиди в почвени проби от Баташка планина.

Допустимите дози на йонизиращите лъчения в България се определят от Наредбата за основни норми за радиационна защита, приета с ПМС №229/25.09.2012 г. Тя определя допустимите дози за допълнително облъчване, в което не влизат дозите от естествения радиационен фон (*Наредба за основните норми за радиационна защита. Приета с ПМС №229 / 25.09.2012 г. Обн. ДВ бр. 76 / 05.10.2012 г.* Естественият гама-фон на територията на България е от 0,06 до 0,40  $\mu\text{Sv/h}$  (*Бюлетин за гама-фона. // Официален сайт на Агенцията за ядрено регулиране*).

Известен факт е, че най-засегнати от ядрената авария в Чернобил през 1986 г. са почвите в Южна България. Те са обект на ежегодни контролни наблюдения в системата за радиологичен мониторинг на околната среда. Данните за специфичната активност и динамика на техногенния  $^{137}\text{Cs}$ , отложен вследствие аварията, характеризират петнисти замърсявания на почвите. Фонов мониторинг и оценка на специфичната активност на естествените и техногенни радионуклиди в почви, неповлияни от стопанска дейност от цялата страна се осъществява ежегодно от ИАОС. В характерните специфични активности на естествените радионуклиди за повърхностния почвен слой (0 ÷ 20 cm) в отделните мониторингови пунктове не са констатирани надфоновы стойности.

Най-високи стойности за  $^{137}\text{Cs}$  се регистрират в Пловдивска и Смолянска области, като за Батак те са средно 124 Bq/kg (Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България през 2009 г. (издание 2011 г.). Сравнено с получените от нас данни се наблюдава значително снижаване на специфичната активност на  $^{137}\text{Cs}$ , което се дължи най-вероятно на глобалното му преразпределение при естествените миграционни процеси (Таблица 5).

Средното съдържание на уран в българските почви е  $9.45 \cdot 10^{-5} \%$ , а колебанията му са от  $1 \cdot 10^{-5}$  до  $7 \cdot 10^{-4} \%$ . Съдържанието на торий варира от 3.8 до  $15.8 \cdot 10^{-4} \%$ , а средното

съдържание е  $7.7 \cdot 10^{-4}$  %. Съдържанието на радий варира от  $0.1 \cdot 10^{-10}$  до  $2.1 \cdot 10^{-10}$  Ci/kg, средното съдържание е  $27 \cdot 10^{-10}$  Gbq/kg.. Установено е, че естествената бета радиоактивност на българските почви поради тези различия варира най-често между 5 и 35 pCi/g почва (от 185 до 1295 Bq/kg) и преобладаващата част от тях, около 2/3 от нея се дължи на Калий-40 [67, 68].

В установените нива на гама-радионуклиди в почвените проби от Баташка планина не се наблюдава надвишаване на радиоактивното им съдържание (Таблица 5).

Подобни резултати бяха отчетени и по отношение на активната концентрация на Cs-137, Cs-134, Th-234 и K-40 в трите вида гъби, анализирани от нас през 2019 г., като те не надвишават одобрените от ЕС стандарти за Cs-137 [37]. *Hydnum repandum* е сред гъбите, способни да натрупват най-много Cs-137, *Suillus luteus* има среден капацитет за натрупване на Cs-137, докато *Morchella esculenta* показва ниски нива на Cs-137.

**Таблица 5. Установено съдържание гама-радионуклиди в почвени проби от Баташка планина**

Показател Bq.kg <sup>-1</sup>	min	x±Sx	max	VC%
Олово - 210 /Pb-210/	40	65.5±0.7	90	9.1
Торий - 234 /Th-234/	30	63.7±0.8	92	16.5
Радий - 226 /Ra -226/	65	73.5±3.7	91	11.3
Уран – 235 /U - 235/	2	3.5±0.5	6	5.4
Олово - 212 /Pb - 212/	60	73.3±3.9	90	20
Олово - 214 /Pb - 214/	30	46±3.4	65	38.6
Цезий – 137 /Cs - 137/	10	36.3±3.3	65	41.1
Цезий - 134 /Cs - 134/	≤1	≤1	≤1	≤1
Бисмут - 214 /Bi - 214/	30	46.3±2.5	65	38.6
Актиний – 228 /Ac - 228/	52	109.3±3.1	260	44.4
Калий - 40 /K - 40/	720	921±0.9	1200	31.5

### **III. Оценка на индексът на здравен риск произтичащ от дългосрочното потребление на *Suillus luteus*, във връзка със съдържанието на Cd и Pb в плодни тела на гъбата събрани в Баташка планина**

Средните концентрации на олово (Pb) и кадмий (Cd) в годни за консумация гъби *Suillus luteus*, изразени в mg kg<sup>-1</sup> свежа маса (FM), са дадени в Таблица 6.

**Таблица 6. Съдържание на олово и кадмий в плодни тела на *Suillus luteus***

Елементи (mg kg <sup>-1</sup> )	$\bar{X}$ (mg kg <sup>-1</sup> )	SD (mg kg <sup>-1</sup> )	-95% Confid.	+95% Confid.
Pb	0.066	0.038	0.059	0.072
Cd	0.052	0.037	0.045	

Дневният прием на тежки метали се изчислява според средната консумация на гъби. Очакваният DIM през хранителната верига е даден в Таблица 7, както за възрастни, така и за деца.

**Таблица 7. DIM за отделни тежки метали, натрупани от консумацията на гъби *Suillus luteus* събрани от планината Батак**

Средно телесно тегло (kg)	12	23	43	61	70
Възрастова група	1-3	3-10	10-14	14-18	възрастни
DIM <sub>Pb</sub>	0.00035	0.00018	0.000099	0.000066	0.000120
DIM <sub>Cd</sub>	0.00028	0.00015	0.000078	0.000052	0.000094

**Индекс на здравен риск.** За да оценим приноса на някои тежки метали към HRI на консумацията на гъби, изчислихме коефициентите на опасност. Оценихме здравния риск от консумацията на гъби по отношение на различни възрастови групи, разчитащи на HRI (Таблица 8)

**Таблица 8. Стойности на индекса на здравен риск за гъби *Suillus luteus*, събрани от Баташка планина**

Средно телесно тегло (kg)	12	23	43	61	70
Възрастова група	1-3	3-10	10-14	14-18	възрастни
HRI <sub>Pb</sub>	0.087	0.046	0.028	0.016	0.030
HRI <sub>Cd</sub>	0.275	0.150	0.078	0.052	0.094
THRI	0.362	0.196	0.106	0.068	0.124

Средното съдържание на изследвани елементи Pb и Cd в проби от *Suillus luteus* е 0,066 и 0,052 mg kg<sup>-1</sup>, съответно (Таблица 6). Обобщавайки събраните данни, съдържанието на олово в гъбите не надвишава законовите граници от 0,3 mg kg<sup>-1</sup> FM, установени от ЕС [6]. Концентрациите на кадмий в анализираниите проби от гъби са значително под допустимата горна граница от 0,2 mg kg<sup>-1</sup> FM [6]. Високите стойности на стандартното отклонение доказват, че се наблюдават големи вариации дори между отделните плодни тела от един и същи регион. В допълнение, условията на растеж и времената за прибиране на анализираниите видове не могат да бъдат изключени [ 4, 65]. Според данните, публикувани до

1999 г. [56], съдържанието на олово варира между 1,0 и 10 mg / kg DM. При повече от 24 изследвани вида гъби, като *M. rhacodes* и *L. perlatum* то често надвишаващи 10 mg kg<sup>-1</sup> DM. Сред 28 вида, анализирани от García et al. [22], нивото от 5 mg kg<sup>-1</sup> DM е надминато само в част от пробите на *Coprinus comatus* и *Agaricus campestris*. В България са анализирани повече от 18 вида диви ядливи гъби от изследователския екип на Доспатлиев и др. [7-14], съдържанието на олово варира между 0,3 и 2,5 mg kg<sup>-1</sup> DM. Изследване на Komarek et al. [34]доказва много високо съдържание на олово най-вече между 20–40 mg kg<sup>-1</sup> DM в *B. edulis*, *X badius* и *X. chrysenteron*, растящи в силно замърсен район със исторически добив и топене на олово.

Изследване на концентрацията на кадмий в гъби, събрани от контролни участъци (незамърсени), варира от 1 до 12 mg kg<sup>-1</sup> DM [3]. В България в анализирани над 18 вида диви ядливи гъби [7-14], съдържанието на кадмий варира между 0,4 и 3,2 mg kg<sup>-1</sup> DM. Някои данни показват още по-високи съдържание на Cd в дивите гъби - 20 mg kg<sup>-1</sup>DM [49]. По-високо съдържание на кадмий в гъби от незамърсени райони вероятно е резултат от високи кумулативни свойства на някои видове, което е доказано за *Boletus chrysenteron* [46].

Според получените от нас резултати, всички изчислени стойности на HRI на тежки метали са в безопасни граници за деца и възрастни (HRI <1) (Таблица 8). Стойностите на THRI също са в безопасното ограничение (THRI <1). Следователно можем да заключим, че хората може да нямат потенциален значителен риск за здравето само чрез консумация на гъби от изследваната област.

#### **IV. Определяне на фосфолипидите и мастните киселини в годни за консумация диви гъби (*Suillus luteus*), растящи в Баташка планина (Фиг. 2)**

**Фосфолипиден състав.** Фосфолипидите са полярни йонни съединения, съставени от алкохол, който е прикрепен чрез фосфодиестерен мост към диацилглицерол или сфингозин. Подобно на мастните киселини, фосфолипидите имат амфипатичен характер, тоест всеки има хидрофилна глава и дълга хидрофобна опашка. Фосфолипидите са преобладаващите липиди в клетъчните мембрани. В мембраните хидрофобната част на фосфолипидната молекула е свързана с неполярните части на други мембранни съставки, като гликолипиди, протеини и холестерол. Хидрофилната (полярна) глава на фосфолипида се простира навън, взаимодействайки с вътреклетъчната или извънклетъчната водна среда. Мембранните фосфолипиди също функционират като резервоар за вътреклетъчни вещества, а за някои протеини фосфолипидите служат като анкери за клетъчните мембрани. Немембранно свързаните фосфолипиди изпълняват допълнителни функции в организма, като компоненти на белодробно повърхностно активно вещество и основни компоненти на жлъчката, където техните детергентни свойства спомагат за разтварянето на холестерола.

Фосфатидната киселина (РА) е предшественикът на много други фосфогликериди. По същество всички клетки, с изключение на зрелите еритроцити, могат да синтезират фосфолипиди, докато триацилглицероловият синтез се проявява по същество само в черния дроб, мастната тъкан, кърмещите млечни жлези и чревните лигавични клетки.

В повечето еукариотни клетки основният път на синтез на фосфолипиди е чрез холин и етаноламин, получени или от диетата, или от оборота на фосфолипидите в организма. Синтез на фосфатидилетаноламин (PE) и фосфатидилхолин (PC) се осъществява от съществуващите холин и етаноламин. Тези синтетични пътища включват фосфорилиране на холин или етаноламин от кинази, последвани от превръщане в активирана форма, CDP-холин

или CDP-етаноламин. И накрая, холин-фосфат или етаноламин-фосфат се прехвърля от нуклеотида (оставяйки CMP) към молекула диацилглицерол.

Съставът на фосфолипидната фракция на гъбните масла е представен в Таблица 9.

**Таблица 9. Индивидуален фосфолипиден състав на масла от изследваните видове гъби (n = 3)**

Фосфолипиди %	<i>Suillus luteus</i>
Лизофосфатидилхолин	11,7 ± 0,2
Сфингомиелин	13,5 ± 0,3
Фосфатидилинозитол	13,0 ± 0,1
Фосфатидилхолин	14,9 ± 0,3
Фосфатидилетаноламин	10,5 ± 0,4
Фосфатидилсерин	9,6 ± 0,1
Фосфатидни киселини	16,4 ± 0,6

Фосфатидните киселини са основните компоненти в липидите от *Suillus luteus* (16,4%). Съдържанието на останалите фосфолипиди в маслата от обикновената масловка е от 9,6 до 14,9%. Фосфатидилхолинът е идентифициран в *Suillus luteus* (14,9%). Резултатите за фосфолипидите на изследвания вид се различават от тези от предишното проучване, направено от Hanus et al.[25] които наблюдават, че фосфатидилхолинът (33,7–83,5%) е основният фосфолипид в маслата от рода *Boletus*. Причините за по-ниско съдържание на фосфатидилхолин в гъбите изглежда се влияят от фактори на околната среда и вида гъба. Фактори на околната среда, като съдържание на органично вещество, рН и концентрация на метали в почвата и видовете фактори, като морфологична особеност на плодното тяло, етапи на развитие, възраст на мицел, интервали между фруктификациите и биохимичния състав [23, 55].

**Състав на мастните киселини.** Съдържанието на наситени мастни киселини (SFA) в годни за консумация пладни тела на *Suillus luteus* е от 28,5%. Ненаситените мастни киселини (UFA) в маслото на вида са 71,4%, а съдържанието на мононенаситени мастни киселини (MUFA) е 37,7%. Количеството на мононенаситените мастни киселини (PUFA) е по-ниско от 33,7%. Основната мастна киселина, открита в изследвания вид е олеинова киселина (36,9%), последвана от линолова киселина (33,6%), палмитинова киселина (21,1%) и стеаринова киселина (5,3%). Освен четирите основни мастни киселини, бяха идентифицирани и количествено определени още седем. Резултатите, получени в това проучване, са в съответствие с докладваните по-рано резултати в литературата [14, 59]. Олеиновата киселина (C18: 1n9) е мононенаситена мастна киселина, включена в семейството на омега-9. Хората обикновено притежават всички ензими, необходими за синтеза на тези метаболити, което означава, че олеиновата киселина не е от съществено значение. При тежки условия на лишаване от незаменими мастни киселини бозайниците удължават и десатурират олеинова киселина, за да произведат киселина от медовина (C20: 3n9) [5]

поради липсата на дезатуразни ензими, необходими за производството му. Той трябва да бъде получен от диетата и произхожда от серията омега-6 мастни киселини, която включва  $\gamma$ -линоленова (GLA), дихомо- $\gamma$ -линоленова (DGLA) и арахидонова (AA) киселини [5].

Известно е, че линолевата киселина е предшественик на осем въглеродни летливи вещества в гъби, като 1-октен-3-ол, 3-октанол, 1-октен-3-он и 3-октанон [39], които са



основните ароматни съединения в повечето видове, допринасяйки и за вкуса на по-голямата част от гъбите.

Освен тях много трудове показват, че те също могат да намалят общото количество мазнини в кръвта (холестерол), намалявайки риска от сърдечно-съдови заболявания [61].

1. Настоящото проучване показва, че концентрацията тежки метали и гама-радионуклиди в избраните видове гъби има еднаква тенденция. С най-високи стойности и за двете групи показатели се отличава *Hydnum repandum*, следвана от *Suillus luteus*, докато *Morchella esculenta* показва най-ниски нива при повечето от изследваните параметри. Концентрациите на Pb и Cd, открити в плодните тела на диворастящите гъби от баташка планина, са много по-ниски от тези в райони, засегнати от индустриално замърсяване, открити в литературата.

2. Съгласно Регламент № 629/2008 на ЕС [6] нито една от пробите гъби, изследвани в това проучване, не представлява токсикологичен риск от излагане на олово и кадмий. Въпреки това, за да се оцени възможната опасност от тежки метали за човешкото здраве, нивото им в дивите ядливи гъби трябва да се анализира по-често.

3. В установените нива на съдържание на тежки метали и гама-радионуклиди в почвените проби от Баташка планина не се наблюдава надвишаване на нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите.

4. Резултатите от анализа на фосфолипидите и мастните киселини в плодните тела на *Suillus luteus* дават основание да се заключи, че изследваният вид е потенциален източник на фосфолипиди и мастни киселини и може да се използват като функционална храна или като хранителни добавки в много продукти.

## 5. Публикации за отчетния период свързани с работата по проекта/отпечатани или под печат/, с библиографско описание на статиите\*.

### Публикувани статии за третия етап на проекта:

M. LACHEVA, T. RADOUKOVA, D. DIMITROV, N. VALCHEV. 2020. DETERMINATION OF TOXIC ELEMENTS CONTENTS IN WILD EDIBLE MUSHROOMS (*Suillus luteus*) FROM THE BATAK MOUNTAIN, BULGARIA. - *Oxidation Communications*, **43**(3): 526–535. реферирано в **Scopus** и/или **WEB of Science**

D. DIMITROV, N. PALAGACHEVA, M. STOYANOVA, M. LACHEVA, N. VALCHEV, T. RADOUKOVA. 2020. PHOSPHOLIPIDS AND FATTY ACID PROFILES OF WILD EDIBLE MUSHROOMS (*Suillus luteus*), BULGARIA. - *Oxidation Communications*, **43**(3), 516–525. реферирано в **Scopus** и/или **WEB of Science**

### Публикувани статии за периода на изследването:

Lacheva, M., Dospatliev, L., Radoukova, Tz. and Ivanova, M. 2020. Activity concentrations of Cs-137, Cs-134, Th-234 and K-40 in wild edible mushrooms gathered 32 years after the Chernobyl power plant accident in Batak Mountain, Bulgaria. - *Bulgarian Chemical Communications*, **52**(1): 47-52. DOI: 10.34049/bcc.52.A.183. **Реферирано в Scopus, SJR<sub>Q4</sub> - 014 - 2018**

2. Ivanova, M., Lacheva, M., Radoukova, Tz. and Dospatliev, L. 2020. The trace element contents in wild edible mushrooms samples and econometric modeling of data. - *Bulgarian Chemical Communications*, **52**(1): 53-58. DOI: 10.34049/bcc.52.A.185. **Реферирано в Scopus, SJR<sub>Q4</sub> - 014 - 2018**

Ivanova, M.T, Radoukova, Tz.I., Dospatliev, L.K. and Lacheva, M.N. 2020. Ordinary least squared linear regression model for estimation of zinc in wild edible mushroom (*Suillus luteus* (L.) Roussel). - *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **26**(4): 863-869. **Реферирано в Scopus и WEB of Science, SJR<sub>Q3</sub> - 0.26 - 2018.**

Lacheva, M., Radoukova, T., Blazhev, B. 2019. Correlation between cambisols soil characteristics and cadmium content in wild edible mushrooms (*Suillus luteus*), Bulgaria. - *Oxidation Communications*, **42**(4): 507-516 **реферирано в Scopus и/или WEB of Science**

Dospatliev, L., Lacheva, M., Ivanova, M., Radoukova, T. 2019. Activity concentration of CS-137 and K-40 in wild edible craterellus cornucopioides mushroom gathered 31 years after the chernobyl power plant accident in Batak Mountain, Bulgaria. - *Oxidation Communications*, **42**(3): 369-376 **реферирано в Scopus и/или WEB of Science**

Dospatliev, L., Ivanova, M., **Lacheva, M.** & Radoukova, Tz. 2018. *Morchella esculenta* (L.) growing in Bulgaria: chemical profile and hazard index. – *Bulgarian Chemical Communications*, **50**(4): 538 – 544. **реферирано в Scopus и/или WEB of Science**

#### **цитати:**

Papazov, P., D. Vassilev, P. Denev, 2019. Effect of different cooking methods on total phenolic contents and phenolic content profiles of *Morchella esculenta* mushrooms. - *Oxid Commun*, **42**, No 3, 377-384.

#### **цитирана статия:**

**Dospatliev, L., M. Ivanova, M. Lacheva, T. Radoukova, 2018. *Morchella esculenta* (L.) growing in Bulgaria: chemical profile and hazard index. *Bulgarian Chemical Communications*, **50**, No 4, 538-544. (SJR<sub>Q3</sub> - 0.213 -2018).**

\*след библиографското описание на статиите се посочва, кои от тях са реферирани в Scopus и/или WEB of Science.

